

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-137122
 (43)Date of publication of application : 14.05.2003

(51)Int.Cl. B62D 6/00
 G08G 1/16
 // B62D101:00
 B62D113:00
 B62D119:00
 B62D137:00

(21)Application number : 2001-333870
 (22)Date of filing : 31.10.2001

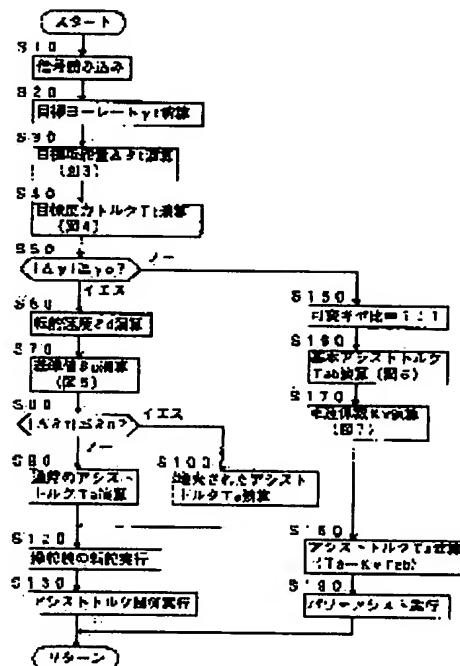
(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP
 (72)Inventor : SAKUKAWA JIYUN
 KAWAJI YASUSUKE
 IWASAKI KATSUHIKO
 IWAMI YOZO

(54) AUTOMATIC STEERING DEVICE FOR VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent a driver from feeling automatic steering to be troublesome due to a change of steering reaction force torque while preventing the driver from feeling incongruous because the driver can not recognize automatic steering without impairing the effectiveness of automatic steering.

SOLUTION: A target amount of steering of left and right front wheels $\Delta\delta t$ is operated (S20 and S30). When an absolute value of the target amount of steering $\Delta\delta t$ exceeds a reference value δ_0 , normal assist torque T_a is operated (S90) and automatic steering is performed so as to generate the assist torque based on the target amount of steering $\Delta\delta t$ (S120 and S130), applying reaction force of automatic steering to a steering wheel 14. When an absolute value of the target amount of steering $\Delta\delta t$ is below the reference value δ_0 (S80), an increased assist torque T_a is operated (100) and automatic steering is performed so as to generate the assist torque (S120 and S130), preventing an unnecessary reaction force of automatic steering from being applied to the steering wheel 14.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 14.05.2004
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number] 3843804
 [Date of registration] 25.08.2006
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The self-fright steersman stage which **** a steering wheel, without being dependent on steering actuation of the operator to a steering wheel, A target steering quantity operation means to calculate the target steering quantity of said steering wheel, and the control means which controls said automatic steersman stage based on said target steering quantity, and carries out automatic steering of said steering wheel. It has a cognitive means to give rotation or torque to said steering wheel according to the **** situation of said steering wheel by said automatic steering, and to make an operator recognize said automatic steering. Said cognitive means is an automatic steering system for vehicles characterized by reducing rotation of said steering wheel to the steering quantity of said steering wheel, or the ratio of torque as compared with the time of the magnitude of said target steering quantity exceeding a reference value when the magnitude of said target steering quantity is below a reference value.

[Claim 2] Said cognitive means is an automatic steering system for vehicles according to claim 1 characterized by reducing to 0 the rotation or torque given to said steering wheel according to the **** situation of said steering wheel by said automatic steering when the magnitude of said target steering quantity is below a reference value.

[Claim 3] Said cognitive means is an automatic steering system for vehicles according to claim 1 or 2 characterized by setting up said reference value small, so that the magnitude of the degree of ***** of said steering wheel by said automatic steering is large.

[Claim 4] Said cognitive means is an automatic steering system for vehicles according to claim 1 or 2 characterized by judging the danger on vehicle transit, and setting up said reference value small, so that said danger is high.

[Claim 5] The **** driving means which said automatic steering system is included in a steering system as said a part of automatic steersman stage, and carries out the **** drive of said steering wheel relatively to said steering wheel, It is the automatic steering system of the semi steer BAIWAIYA type which has an auxiliary **** torque generating means to generate the auxiliary **** torque which is included in a steering system as said a part of cognitive means, and assists **** of said steering wheel. Said cognitive means is an automatic steering system for vehicles according to claim 1 to 4 characterized by reducing the ratio of the torque of said steering wheel to the steering quantity of said steering wheel by increasing said auxiliary **** torque, when the magnitude of said target steering quantity is said below reference value.

[Claim 6] The **** driving means to which said automatic steering system carries out the **** drive of said steering wheel as said a part of automatic steersman stage, It is the automatic steering system of the steer BAIWAIYA type which has a reaction force torque grant means to give reaction force torque to a steering wheel as said a part of cognitive means. Said cognitive means is an automatic steering system for vehicles according to claim 1 to 4 characterized by reducing the ratio of the torque of said steering wheel to the steering quantity of said steering wheel by reducing said reaction force torque, when the magnitude of said target steering quantity is said below reference value.

[Claim 7] It is the automatic steering system for vehicles according to claim 5 which said **** driving means is gear ratio adjustable equipment for steerings, and is characterized by said auxiliary **** torque generating means being power-steering equipment.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the power steering system of vehicles, such as an automobile, and relates to the automatic steering system which steers a steering wheel automatically if needed in a detail further.

[0002]

[Description of the Prior Art] For example, based on the amount of strike slips of the vehicle to the slow lane, generate the controlling torque for steering, and automatic steering of the steering wheel is carried out as indicated by JP,11-73597,A. It is the automatic steering system which performs the so-called rain keeping assistance whose vehicle prevents deviating from the slow lane by this. Based on the curve situation of the slow lane, a neutral zone is set up about the amount of strike slips of the vehicle to the slow lane, and when the amount of strike slips of a vehicle is in a neutral zone, the automatic steering system constituted so that controlling torque for steering might be set to 0 and automatic steering might not be performed is known conventionally.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the automatic steering system concerning the proposal of the above-mentioned point Since a neutral zone is set up based on the curve situation of the slow lane, and control of rain keeping assistance is not performed at the time of curve transit of a vehicle when the amount of strike slips of a vehicle is in a neutral zone Although it can prevent that the steering reaction force by control of rain keeping assistance does not act on a steering wheel, but originates in control of rain keeping assistance, and an operator senses troublesomeness Since control of rain keeping assistance is performed even if the amounts of strike slips of the vehicle to the slow lane are few in the time of the usual rectilinear-propagation transit etc., there is a problem that originate in the steering reaction force in that case acting on a steering wheel in detail, and an operator senses troublesomeness.

[0004] Moreover, although it is [that this problem should be solved] possible to set up a comparatively large neutral zone also in the time of the usual rectilinear-propagation transit etc., since control of rain keeping assistance is no longer performed in that case as long as it is in a neutral zone even if the amount of strike slips of a vehicle is a comparatively large value, the effectiveness of control of rain keeping assistance falls, therefore the problem that where of control of rain keeping assistance is no longer performed effectively **s.

[0005] Moreover, although it is [that these problems should be solved] possible that the reaction force of the controlling torque for steering is made not to be given to a steering wheel, without setting up widely the neutral zone of the control [itself] of rain keeping assistance In that case, even if the amount of strike slips of a vehicle becomes large and control of rain keeping assistance is performed, in order that the reaction force of the controlling torque for steering may not act on a steering wheel at all, The information which shows that control of rain keeping assistance is performed is not transmitted to an operator at all through a steering wheel, therefore there is a problem that an operator senses sense of incongruity and insecurity.

[0006] This invention sets up a neutral zone based on the curve situation of the slow lane about the amount of strike slips of the vehicle to the problem like **** in an automatic steering system, especially the slow lane. It is made in view of the problem like **** in the above-mentioned conventional automatic steering system constituted so that controlling torque for steering might be set to 0, when the amount of strike slips of a vehicle was in a neutral zone. The main technical problems of this invention by reducing rotation of the steering wheel to the amounts of control of a steering wheel, or the ratio of torque, when the magnitude of the automatic amounts of control to a steering wheel is small Preventing that an operator originates in the ability of automatic steering not to be recognized, and senses sense of incongruity and insecurity without spoiling the effectiveness of automatic steering It is preventing originating in a steering wheel's rotating superfluously or changing the torque, and an operator sensing troublesomeness at the time of automatic steering.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The self-fright steersman stage which **** a steering wheel, without depending for main above-mentioned technical problems on the configuration of claim 1, i.e., steering actuation of the operator to a steering wheel, according to this invention, A target steering quantity operation means to calculate the target steering quantity of said steering wheel, and the control means which controls said automatic steersman stage based on said target steering quantity, and carries out automatic steering of said steering wheel. It has a cognitive means to give rotation or torque to said steering wheel according to the **** situation of said steering wheel by said automatic steering, and to make an operator recognize said automatic steering. When the magnitude of said target steering quantity is below a reference value, said cognitive means It is attained by the automatic steering system for vehicles characterized by reducing rotation of said steering wheel to the steering quantity of said steering wheel, or the ratio of torque as compared with the time of the magnitude of ***** target steering quantity exceeding a reference value.

[0008] Moreover, according to this invention, that main above-mentioned technical problems should be attained effectively, in the configuration of above-mentioned claim 1, when the magnitude of said target steering quantity is below a reference value, said cognitive means is constituted so that the rotation or torque given to said steering wheel according to the **** situation of said steering wheel by said automatic steering may be reduced to 0 (configuration of claim 2).

[0009] Moreover, according to this invention, that main above-mentioned technical problems should be attained effectively, in above-mentioned claim 1 or the configuration of 2, said cognitive means is constituted so that the magnitude of the degree of ***** of said steering wheel by said automatic steering is large, and said reference value may be set up small (configuration of claim 3).

[0010] Moreover, according to this invention, that main above-mentioned technical problems should be attained effectively, in above-mentioned claim 1 or the configuration of 2, said cognitive means judges the danger on vehicle transit, and it is constituted so that said danger is high, and said reference value may be set up small (configuration of claim 4).

[0011] Moreover, according to this invention, it sets in above-mentioned claim 1 thru/or the configuration of 4 that main above-

mentioned technical problems should be attained effectively. The **** driving means which said automatic steering system is included in a steering system as said a part of automatic steersman stage, and carries out the **** drive of said steering wheel relatively to said steering wheel. It is the automatic steering system of the semi steer BAIWAIYA type which has an auxiliary **** torque generating means to generate the auxiliary **** torque which is included in a steering system as said a part of cognitive means, and assists **** of said steering wheel. When the magnitude of said target steering quantity is said below reference value, said cognitive means is constituted by increasing said auxiliary **** torque so that the ratio of the torque of said steering wheel to the steering quantity of said steering wheel may be reduced (configuration of claim 5).

[0012] Moreover, the **** driving means to which said automatic steering system carries out the **** drive of said steering wheel as said a part of automatic steersman stage in above-mentioned claim 1 thru/or the configuration of 4 that main above-mentioned technical problems should be attained effectively according to this invention. It is the automatic steering system of the steer BAIWAIYA type which has a reaction force torque grant means to give reaction force torque to a steering wheel as said a part of cognitive means. When the magnitude of said target steering quantity is said below reference value, said cognitive means is constituted by reducing said reaction force torque so that the ratio of the torque of said steering wheel to the steering quantity of said steering wheel may be reduced (configuration of claim 6).

[0013] Moreover, according to this invention, that main above-mentioned technical problems should be attained effectively, in the configuration of above-mentioned claim 5, said **** driving means is gear ratio adjustable equipment for steerings, and said auxiliary **** torque generating means is constituted so that it may be power-steering equipment (configuration of claim 7).

[0014]

[Function and Effect of the Invention] Since according to the configuration of above-mentioned claim 1 rotation of the steering wheel to the steering quantity of a steering wheel or the ratio of torque is reduced as compared with the time of the magnitude of target steering quantity exceeding a reference value when the magnitude of target steering quantity is below a reference value. When the magnitude of the steering quantity of the steering wheel by automatic steering is large Rotation or torque can be certainly given to a steering wheel, and an operator can be made by this to recognize certainly the **** situation of the steering wheel by automatic steering. Moreover, it prevents that rotation or torque is given unnecessary for a steering wheel when the magnitude of the steering quantity of the steering wheel by automatic steering is small. It can prevent certainly that originate in a steering wheel rotating by automatic steering by this, or changing torque, and an operator senses troublesomeness.

[0015] Moreover, since according to the configuration of above-mentioned claim 1 the automatic steering itself is necessarily no longer performed when the magnitude of target steering quantity is below a reference value, and automatic steering is performed also when the magnitude of target steering quantity is below a reference value. It can prevent effectively that originate in automatic steering and an operator senses troublesomeness, securing the effectiveness of automatic steering as compared with the case where it is the configuration that the automatic steering itself is not performed, when the magnitude of target steering quantity is below a reference value.

[0016] Moreover, since according to the configuration of above-mentioned claim 2 the rotation or torque given to a steering wheel is reduced by 0 when the magnitude of target steering quantity is below a reference value, in the situation that the magnitude of the steering quantity of the steering wheel by automatic steering is small, it can prevent much more certainly that an operator originates in automatic steering and senses troublesomeness.

[0017] moreover, since according to the configuration of above-mentioned claim 3 a reference value is small set up so that the magnitude of the degree of **** of the steering wheel by automatic steering is large, when a steering wheel is promptly ****(ed) by automatic steering. Also in the field where the magnitude of the steering quantity of a steering wheel is small, rotation or torque is certainly given to a steering wheel. When an operator can be made by this to recognize the situation of automatic steering certainly and a steering wheel is conversely ****(ed) slowly by automatic steering. It can prevent that rotation or torque is given unnecessary for a steering wheel also in the field where the magnitude of the steering quantity of a steering wheel is comparatively large, and, thereby, an operator can prevent originating in automatic steering and sensing troublesomeness effectively.

[0018] Moreover, since according to the configuration of above-mentioned claim 4 the danger on vehicle transit is judged, and a reference value is small set up so that this danger is large. While being able to prevent effectively an operator originating in automatic steering and sensing troublesomeness in the situation that danger is low. Danger can give rotation or torque certainly to a steering wheel in a high situation, an operator can be made by this to be able to recognize the situation of automatic steering certainly, and risk-aversion actuation can be demanded from an operator.

[0019] Moreover, the **** driving means which according to the configuration of above-mentioned claim 5 an automatic steering system is included in a steering system as a part of automatic steersman stage, and carries out the **** drive of the steering wheel relatively to a steering wheel. Since it is the automatic steering system of the semi steer BAIWAIYA type which has an auxiliary **** torque generating means to generate the auxiliary **** torque which is included in a steering system as a part of cognitive means, and assists **** of a steering wheel. This invention is easily applicable to the vehicle with which the automatic steering system of the semi steer BAIWAIYA type which has a **** driving means and an auxiliary **** torque generating means was carried. Moreover, since the ratio of the torque of a steering wheel to the steering quantity of a steering wheel is reduced by increasing auxiliary **** torque when the magnitude of target steering quantity is below a reference value. It can prevent certainly reducing certainly the torque given to a steering wheel, when the magnitude of target steering quantity is below a reference value, and an operator originating in automatic steering by this, and sensing troublesomeness.

[0020] Moreover, the **** driving means to which an automatic steering system carries out the **** drive of the steering wheel as a part of automatic steersman stage according to the configuration of above-mentioned claim 6, Since it is the automatic steering system of the steer BAIWAIYA type which has a reaction force torque grant means to give reaction force torque to a steering wheel as a part of cognitive means. This invention is easily applicable to the vehicle with which the automatic steering system of the steer BAIWAIYA type which has a **** driving means and a reaction force torque grant means was carried. Moreover, since the ratio of the torque of a steering wheel to the steering quantity of a steering wheel is reduced by reducing reaction force torque when the magnitude of target steering quantity is below a reference value. It can prevent certainly reducing certainly the torque given to a steering wheel, when the magnitude of target steering quantity is below a reference value, and an operator originating in automatic steering by this, and sensing troublesomeness.

[0021] Moreover, since according to the configuration of above-mentioned claim 7 a **** driving means is gear ratio adjustable equipment for steerings and an auxiliary **** torque generating means is power-steering equipment, this invention is easily applicable to the vehicle with which the automatic steering system which has the gear ratio adjustable equipment for steerings and power-steering equipment was carried.

[0022]

[The desirable mode of a technical-problem solution means] According to one desirable mode of this invention, in the configuration of

above-mentioned claim 1, a cognitive means is constituted [when the magnitude of target steering quantity is below a reference value,] so that the magnitude of target steering quantity is small, and rotation of the steering wheel to the steering quantity of a steering wheel or the ratio of torque may be made small (desirable mode 1).

[0023] According to other one desirable mode of this invention, it sets in the configuration of above-mentioned claim 1. A cognitive means reduces rotation of the steering wheel to the steering quantity of a steering wheel, or the ratio of torque as compared with the time of the magnitude of target steering quantity exceeding the first reference value, when the magnitude of target steering quantity is below the first reference value and it is beyond the second reference value smaller than the first reference value. When the magnitude of target steering quantity is under the second reference value, it is constituted so that the rotation or torque given to a steering wheel according to the **** situation of the steering wheel by automatic steering may be reduced to 0 (desirable mode 2).

[0024] According to other one desirable mode of this invention, in the configuration of above-mentioned claim 1, the target steering quantity of a steering wheel is constituted so that it may be the target steering quantity for reducing the deflection of the real yaw rate of said vehicle, and the target yaw rate of a vehicle (desirable mode 3).

[0025] According to other one desirable mode of this invention, in the configuration of above-mentioned claim 1, the target steering quantity of a steering wheel is constituted so that it may be the target steering quantity for making it run a vehicle along the slow lane (desirable mode 4).

[0026] According to other one desirable mode of this invention, in the configuration of above-mentioned claim 2, when the magnitude of target steering quantity is below a reference value, it is constituted so that the reaction force torque according to the rotation actuated valve position of the steering wheel by the operator may be given to a steering wheel at least (desirable mode 5).

[0027] According to other one desirable mode of this invention, it sets in the configuration of above-mentioned claim 3. A target steering quantity operation means detects the obstruction ahead of a vehicle, and the target steering quantity of a steering wheel is calculated as steering quantity for avoiding an obstruction. When an obstruction is detected by the target steering quantity operation means, a cognitive means is constituted so that the vehicle speed is high and the distance to an obstruction is small, and it may judge with danger being high (desirable mode 6).

[0028] According to other one desirable mode of this invention, in the configuration of above-mentioned claim 7, power-steering equipment is constituted so that it may be electromotive power-steering equipment (desirable mode 7).

[0029]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained to a detail about a desirable operation gestalt, referring to drawing of attachment in the following.

[0030] The first operation gestalt drawing 1 is the outline block diagram showing the first operation gestalt of the automatic steering system for vehicles by this invention applied to the vehicle of the semi steer BAIWAIYA type equipped with gear ratio adjustable equipment and electromotive power-steering equipment.

[0031] In drawing 1, 10floor line and 10FR show the front wheel of right and left of a vehicle 12, respectively, and 10RL and 10RR (s) show the rear wheel of right and left of a vehicle, respectively. Front-wheel 10floor line and 10FR on either side which are a steering wheel are ****(ed) by the electromotive power-steering equipment 16 of rack - which answers actuation of the steering wheel 14 by the operator, and is driven, and - pinion mold through the rack bar 18 and tie rods 20L and 20R.

[0032] Drive connection of the steering wheel 14 is made by upper steering shaft 22A and lower steering shaft 22B in the steering gearbox 24, and gear ratio adjustable equipment 26 is infixed between upper steering shaft 22A and lower steering shaft 22B. Drive connection of the power unit 30 is made by the gearing moderation device 28 at lower steering shaft 22B, and the power unit 30 has the electric motor 32.

[0033] Rack - and the electromotive power-steering equipment 16 of - pinion mold, the gearing moderation device 28, and the power-unit 30 grade constitute the steering assistant device in which steering of front-wheel 10floor line of right and left by the operator and 10FR is assisted, by having two incomes mutually and generating the steering assistant force in this way. Moreover, gear ratio adjustable equipment 26 functions as a self-fright steersman stage which **** the front wheel of right and left at the time of automatic steering, and power-unit 30 grade functions as an auxiliary **** torque generating means to generate the auxiliary **** torque for assisting **** of the right-and-left front wheel by the gear ratio adjustable equipment 26 at the time of automatic steering.

[0034] Moreover, although not shown in drawing, gear ratio adjustable equipment 26 is the thing of a general configuration of that the electric motor which carries out the rotation drive of the lower steering shaft 22B relatively to upper steering shaft 22A is included. Although the ratio (it is only called adjustable gear ratio) of angle of rotation of lower steering shaft 22B to angle of rotation of upper steering shaft 22A is maintained to 1:1 at the time of the usual steering by the operator At the time of automatic steering, lower steering shaft 22B is relatively rotated positively to upper steering shaft 22A by the electric motor, and automatic steering of front-wheel 10floor line and 10FR on either side is carried out, without this being dependent on steering actuation of an operator.

[0035] In the first operation gestalt of illustration, the torque sensor 36 which detects the steering angle sensor 34 and the steering torque T which detect angle of rotation of this upper steering shaft as steering angle thetas is formed in upper steering shaft 22A, the steering angle sensor 38 which detects angle of rotation of this lower steering shaft as real steering angle thetaa of a right-and-left front wheel is formed in lower steering shaft 22B, and the output of these sensors is supplied to an electronic control 40. The signal which shows the yaw rate gamma of the vehicle detected by the signal and the yaw rate sensor 44 which show the vehicle speed V detected by the speed sensor 42 is also inputted into an electronic control 40.

[0036] In addition, although not shown in a detail at drawing 1, an electronic control 40 has CPU, ROM and RAM, and input/output port equipment, and may consist of a microcomputer to which these were mutually connected by the common bus of bidirection, and a drive circuit. Moreover, the steering angle sensors 34 and 38, a torque sensor 36, and the yaw rate sensor 44 detect steering angle thetas and thetaa, the steering torque T, and the yaw rate gamma by making forward the case of steering to the anticlockwise rotation direction of a vehicle, respectively.

[0037] Like the after-mentioned, the assistant torque Ta is calculated according to the steering torque T and the vehicle speed V, and an electronic control 40 performs the steering assistance which mitigates an operator's steering load by [which are depended on an operator] controlling the power unit 30 of electromotive power-steering equipment 16 based on the assistant torque Ta, while usually maintaining the adjustable gear ratio of gear ratio adjustable equipment 26 to 1:1 at the time of steering.

[0038] Moreover, while an electronic control 40 calculates target yaw rate gammat of a vehicle The target steering quantity deltadeltat of the right-and-left front wheel for reducing target yaw rate gammat and deflection deltagamma with the yaw rate gamma of the vehicle detected by the yaw rate sensor 44 is calculated. By controlling the electric motor of gear ratio adjustable equipment 26 based on the target steering quantity deltadeltat, it steers so that steering quantity deltadelta of a right-and-left front wheel may become the target steering quantity deltadeltat, and this reduces deflection deltagamma of a yaw rate, and the stability at the time of revolution of a vehicle is raised.

[0039] When it faces that an electronic control 40 especially performs the above-mentioned automatic steering and the magnitude of

the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$ is over reference-value $\Delta\delta_0$. While calculating the target reaction force torque T_t based on steering angle θ and the vehicle speed V . By calculating the assistant torque T_a based on the deflection of the target reaction force torque T_t and the actual torque T , and controlling the power unit 30 of electromotive power-steering equipment 16 based on the assistant torque T_a . The reaction force corresponding to the target reaction force torque T_t is made to transmit to a steering wheel 14 at the time of automatic steering, and the information which shows that automatic steering is performed by this is given to an operator.

[0040] On the other hand, when the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$ is below reference-value $\Delta\delta_0$. The assistant torque T_a which increased as compared with the above-mentioned case in consideration of the inertia of the electric motor of gear ratio adjustable equipment 26 etc. in addition to the deflection of the target reaction force torque T_t and the actual torque T is calculated. By controlling the power unit 30 of electromotive power-steering equipment 16 based on this assistant torque T_a . The torque given to a steering wheel 14 as reaction force of automatic steering is reduced, and the ratio of the reaction force torque of automatic steering to the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$ is reduced as compared with the case where the magnitude of the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$ is over reference-value $\Delta\delta_0$ by this.

[0041] Furthermore, during activation of the above-mentioned automatic steering, an electronic control 40 calculates degree of $\Delta\delta_{\text{t}}$ of the right-and-left front wheel by automatic steering, and if it puts in another way according to the absolute value of degree of $\Delta\delta_{\text{t}}$ of a right-and-left front wheel so that the absolute value of degree of $\Delta\delta_{\text{t}}$ of a right-and-left front wheel is large, and reference-value $\Delta\delta_0$ may become small, it will carry out adjustable control of the reference-value $\Delta\delta_0$ according to the speed of $\Delta\delta_{\text{t}}$ of the right-and-left front wheel by automatic steering.

[0042] Next, with reference to the flow chart shown in drawing 2, the automatic steering control in the first operation gestalt of illustration is explained. In addition, closing of the ignition switch which is not shown in drawing begins, and control by the flow chart shown in drawing 2 is repeatedly performed for every predetermined time amount.

[0043] While reading of the signal which shows steering angle θ in step 10 first is performed and the real rudder angle $\Delta\delta$ of a front wheel calculates based on steering angle θ in step 20, H is used as the wheel base of a vehicle and target yaw rate γ of a vehicle calculates according to the following formula 1 by making K_h into a stability factor.

$$\gamma = V \cdot \Delta\delta / (1 + K_h \cdot V^2) \cdot H \quad \dots (1)$$

[0044] While target yaw rate γ and deflection $\Delta\gamma$ ($= \gamma_t - \gamma$) with the detection yaw rate γ calculate in step 30, the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$ of a front wheel calculates from the map corresponding to the graph shown in drawing 3 based on yaw rate deflection $\Delta\gamma$. In addition, the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$ may be calculated as a value proportional to yaw rate deflection $\Delta\gamma$.

[0045] The target reaction force torque T_t which should be given to a steering wheel 14 from the map corresponding to the graph shown in drawing 4 based on the vehicle speed V and steering angle θ in step 40 calculates. In this case, it sees about the same steering angle θ , and the magnitude of the target reaction force torque T_t is calculated so that it may become so large that the vehicle speed V is high, so that drawing 4 may show.

[0046] When distinction with the required automatic steering for reducing distinction of whether the absolute value of yaw rate deflection $\Delta\gamma$ is more than reference-value γ_{mao} (forward constant), i.e., the magnitude of yaw rate deflection, in step 50 is performed and negative distinction is performed, it progresses to step 140, and when affirmation distinction is performed, it progresses to step 50. In addition, according to the vehicle speed V , an adjustable setup of the reference-value γ_{mao} may be carried out so that it may become so small that the vehicle speed V is high.

[0047] While the real rudder angle $\Delta\delta$ of a front wheel calculates for example, based on steering angle θ in step 60, degree of $\Delta\delta_{\text{t}}$ calculates as a time amount differential value of the real rudder angle $\Delta\delta$, and reference-value $\Delta\delta_0$ calculates from the map corresponding to the graph shown in drawing 5 based on the absolute value of degree of $\Delta\delta_{\text{t}}$ in step 70. In this case, reference-value $\Delta\delta_0$ is calculated so that it may become so small that the absolute value of degree of $\Delta\delta_{\text{t}}$ is large, so that drawing 5 may show.

[0048] When distinction of whether the absolute value of the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$ is below reference-value $\Delta\delta_0$, i.e., distinction of whether it is necessary to reduce the reaction force of automatic steering by increasing assistant torque, is performed in step 80 and affirmation distinction is performed, it progresses to step 100, and when negative distinction is performed, it progresses to step 90.

[0049] In step 90, K_1 and K_2 are made into a forward fixed multiplier, respectively, and the usual assistant torque T_a at the time of automatic steering calculates ' $(T_t - T)$ ' as a differential value of $(T_t - T)$ according to the following formula 2.

$$T_a = K_1(T_t - T) + K_2(T_t - T)' \quad \dots (2)$$

[0050] I is made into moment of inertia, such as an electric motor of gear ratio adjustable equipment 26, in step 100, C is made into the damping coefficient of gear ratio adjustable equipment 26, α is made into the gear ratio of electromotive power-steering equipment 16, and the assistant torque T_a to which it increased at the time of automatic steering according to the following formula 3 as the differential value and first-floor differential value of steering angle θ , respectively calculates $\Delta\theta$ and $\Delta\dot{\theta}$. In addition, the following formula 3 -- it can set $(I\Delta\dot{\theta} + C\Delta\theta - \alpha T)$ -- it is the torque for mainly compensating the reaction force of the electric motor of gear ratio adjustable equipment 26.

$$T_a = (I\Delta\dot{\theta} + C\Delta\theta - \alpha T) + K_1(T_t - T) + K_2(T_t - T)' \quad \dots (3)$$

[0051] By controlling gear ratio adjustable equipment 26 based on the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$ in step 120, a right-and-left front wheel is $\Delta\delta_{\text{t}}$ so that the steering quantity of a right-and-left front wheel may turn into the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$, a power unit 30 is controlled so that the assistant torque T_a is generated in step 130, and it returns to step 10 after an appropriate time.

[0052] In step 150, the adjustable gear ratio of gear ratio adjustable equipment 26 is maintained by 1:1. The basic assistant torque T_{ab} calculates from the map corresponding to the graph shown in drawing 6 based on the steering torque T in step 160. The vehicle speed multiplier K_v calculates from the map corresponding to the graph shown in drawing 7 based on the vehicle speed V in step 170. In step 180, the assistant torque T_a calculates as a product of the vehicle speed multiplier K_v and the basic assistant torque T_{ab} . In step 190, the control signal corresponding to the assistant torque T_a is outputted to a motor 32, and the power assistance which mitigates a control force required for an operator by this is performed.

[0053] According to the operation gestalt of illustration, the target steering quantity $\Delta\delta_{\text{t}}$ of the right-and-left front wheel for setting the yaw rate γ of a vehicle to target yaw rate γ_{mat} in steps 20 and 30, and making it circle in a vehicle stably calculates in this way, but Steering assistance is performed without performing automatic steering by performing negative distinction in step 50 and performing steps 150-190, when yaw rate deflection $\Delta\gamma$ is under reference-value γ_{mao} , and, thereby, an operator's steering burden is mitigated.

[0054] On the other hand, when yaw rate deflection $\Delta\gamma$ is under reference-value γ_{mao} , affirmation distinction is

performed in step 50, degree of ***** deltad of the right-and-left front wheel by automatic steering calculates in step 60 as a time amount differential value of the real rudder angle delta of a front wheel, and reference-value deltao calculates so that it may become so small that the absolute value of degree of ***** deltad is large based on the absolute value of degree of ***** deltad in step 70.

[0055] And distinction of whether it is necessary to reduce the reaction force of automatic steering by increasing assistant torque in step 80 by distinction of whether the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao is performed. By performing negative distinction in step 80, when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is over reference-value deltao In step 90, the usual assistant torque Ta calculates according to the above-mentioned formula 2. A right-and-left front wheel is ****(cd) so that the steering quantity of a right-and-left front wheel may turn into the target steering quantity deltadeltat in step 120, and a power unit 30 is controlled so that the assistant torque Ta is generated in step 130.

[0056] Therefore, while being able to make it circle in a vehicle stably by performing automatic steering so that the yaw rate gamma of a vehicle may be set to target yaw rate gammat, the reaction force of automatic steering can be given to a steering wheel 14, the information which shows that automatic steering is performed by this can be certainly given to an operator as reaction force torque, and it can urge giving an operator proper steering actuation positively.

[0057] On the other hand, since the assistant torque Ta which affirmation distinction was performed in step 80 and increased according to the above-mentioned formula 3 in step 100 calculates when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao While being able to perform automatic steering and being able to make it circle in a vehicle stably so that the yaw rate gamma of a vehicle may be set to target yaw rate gammat It can prevent certainly controlling that unnecessary steering reaction force is given to a steering wheel 14, originating in an operator sensing torque fluctuation of an unnecessary steering wheel by this, and sensing troublesomeness.

[0058] According to the first operation gestalt of illustration, in step 60, degree of ***** deltad of the right-and-left front wheel by automatic steering calculates especially. Since an adjustable setup of the reference-value deltao is carried out according to the absolute value of degree of ***** deltad of a right-and-left front wheel so that the absolute value of degree of ***** deltad of a right-and-left front wheel is large, and reference-value deltao may become small When **** of the right-and-left front wheel by automatic steering is performed comparatively quietly, reference-value deltao is set as a comparatively large value. It can prevent certainly that an operator originates in sensing torque fluctuation of an unnecessary steering wheel, and senses troublesomeness by this. Conversely, when **** of the right-and-left front wheel by automatic steering is performed comparatively promptly, reference-value deltao is set as a comparatively small value. An operator can be made to be able to recognize certainly that this gives the reaction force of automatic steering positively to a steering wheel 14, and automatic steering is performed, and it can urge giving an operator proper steering actuation positively.

[0059] The second operation gestalt drawing 8 is the outline block diagram showing the second operation gestalt of the automatic steering system for vehicles by this invention applied to the vehicle of a steer BAIWAIYA type. In addition, the same sign as the member shown in drawing 1 in drawing 8 and the sign attached [in / substantially / in the same member / drawing 1] is attached.

[0060] A rotation drive is carried out completely [pinion shaft / 46] independently through the reduction gear device with which the pinion shaft 46 of the steering shaft 22 connected with the steering wheel 14 in the operation gestalt of ** this second and electromotive power-steering equipment 16 is not connected mutually, and the steering shaft 22 is not indicated to be to drawing 8 by the electric motor 48, and a rotation drive is carried out completely [a pinion shaft 46 / steering shaft / 22] independently by the power unit 30.

[0061] Moreover, the steering angle sensor 34 and a torque sensor 36 detect steering angle thetas and the steering torque T about a steering shaft 22, respectively, and the steering angle sensor 38 detects steering angle thetap about a pinion shaft 46. And by usually sometimes controlling a power unit 30 based on steering angle thetas which shows the steering angle by steering actuation of an operator, an electronic control 40 performs **** of a right-and-left front wheel, controls an electric motor 48 based on steering angle thetas and the vehicle speed V in that case, and gives steering reaction force torque to a steering wheel 14.

[0062] On the other hand, by controlling a power unit 30 based on the target steering quantity deltadeltat like the case of the first operation gestalt, at the time of automatic steering, an electronic control 40 **** a right-and-left front wheel, and performs automatic steering at it. Although an electric motor 48 is controlled based on steering angle thetap and the vehicle speed V which show the steering angle of automatic steering and the reaction force torque of automatic steering is given to a steering wheel 14 when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat exceeds reference-value deltao An electric motor 48 is controlled based on steering angle thetas and the vehicle speed V which show the steering angle by steering actuation of an operator when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao. Reaction force torque of automatic steering is not given to a steering wheel 14, but the reaction force torque according to the steering location of the steering wheel 14 by the operator is given.

[0063] Next, with reference to the flow chart shown in drawing 9, the automatic steering control in the second operation gestalt of illustration is explained. In addition, the same step number as the step number attached in drawing 2 is given to the same step as the step shown in drawing 2 in drawing 9. Moreover, closing of the ignition switch which is not shown in drawing begins, and control by the flow chart shown in drawing 9 is also repeatedly performed for every predetermined time amount.

[0064] In this second operation gestalt, although steps 10-80 are performed like the case of the first operation gestalt When negative distinction is performed in step 50 Namely, it calculates from the map corresponding to the graph with which the reaction force torque Tr of a steering wheel 14 was shown in drawing 10 based on steering angle thetas and the vehicle speed V in step 200 when distinction of the purport whose absolute value of yaw rate deflection deltagamma is under reference-value gammao was performed. It progresses to step 230 after an appropriate time.

[0065] moreover, when affirmation distinction is performed in step 80 Namely, when distinction of the purport whose absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao is performed, it progresses to step 210. It calculates from the map corresponding to the graph with which the reaction force torque Tr of a steering wheel 14 was shown in drawing 10 based on steering angle thetap and the vehicle speed V in step 110 when negative distinction was performed. In step 120, automatic steering is performed like the case of the first operation gestalt, the electric motor 48 is controlled so that the reaction force torque Tr is given to a steering wheel 14 in step 140, and it returns to step 10 after an appropriate time.

[0066] Furthermore, it calculates from the map corresponding to the graph with which the reaction force torque Tr of a steering wheel 14 as well as the case of the above-mentioned step 200 was shown in drawing 10 based on steering angle thetas and the vehicle speed V in step 210, a right-and-left front wheel is ****(ed) so that the steering quantity of a right-and-left front wheel may turn into the target steering quantity deltadeltat in step 220, and the electric motor 48 is controlled so that the reaction force torque Tr is generated in step 230.

[0067] When automatic steering is performed, an operator can be made to recognize that certainly, since the reaction force torque of automatic steering is given to a steering wheel 14 based on steering angle thetap and the vehicle speed V according to this second

operation gestalt by performing negative distinction in step 80 and performing steps 110-140 in this way when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is over reference-value deltao .

[0068] Moreover, by performing affirmation distinction in step 80, when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao , and performing steps 210-230 Like the case where steering actuation is performed by the operator, since the reaction force torque according to steering angle thetas and the vehicle speed V by steering actuation of an operator is given to a steering wheel 14 at a steering wheel 14 It can prevent certainly that prevent that the reaction force torque of automatic steering is given to a steering wheel 14, and an operator senses troublesomeness.

[0069] Moreover, according to this second operation gestalt, when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao , steering angle thetas and the reaction force torque of the automatic steering based on the vehicle speed V are set as 0, and at all, reaction force torque is not given and does not necessarily become a steering wheel 14. Since steering angle thetas and the reaction force torque according to the vehicle speed V are given to a steering wheel 14 It is ***** to prevent certainly that originate in the torque which an operator senses from a steering wheel 14 in the situation that the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao being lost, and an operator memorizes sense of incongruity.

[0070] In addition, since an adjustable setup of the reference-value deltao is carried out according to the absolute value of degree of ***** deltad of a right-and-left front wheel so that the absolute value of degree of ***** deltad of a right-and-left front wheel is large also in this second operation gestalt, and reference-value deltao may become small When **** of the right-and-left front wheel by automatic steering is performed comparatively quietly, reference-value deltao is set as a comparatively large value. It can prevent certainly that an operator originates in sensing torque fluctuation of an unnecessary steering wheel, and senses troublesomeness by this. Conversely, when **** of the right-and-left front wheel by automatic steering is performed comparatively promptly, reference-value deltao is set as a comparatively small value. An operator can be made to be able to recognize certainly that this gives the reaction force of automatic steering positively to a steering wheel 14, and automatic steering is performed, and it can urge giving an operator proper steering actuation positively.

[0071] Although this invention was explained above about the specific operation gestalt at the detail, probably this invention will not be limited to an above-mentioned operation gestalt, and it will be clear for this contractor its for other various operation gestalten to be possible within the limits of this invention.

[0072] For example, in the first above-mentioned operation gestalt, when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is over reference-value deltao , the assistant torque T_a calculates according to the above-mentioned formula 2. Although the assistant torque T_a calculates according to the above-mentioned formula 3 when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao As a forward multiplier smaller than 1, when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao , the assistant torque T_a calculates $K3$ according to the following formula 4, and it may be corrected so that the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is small, and a multiplier $K3$ may become small.

$$T_a = K3 (I_{\text{thetasd}} + C_{\text{thetasd}} \cdot \alpha T) + K1 (T_t - T) + K2 (T_t - T)' \dots (4)$$

[0073] Moreover, according to the formula 4 of the above [the assistant torque T_a], it calculates so that the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is small and a multiplier $K3$ may become small, when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is first less than [reference-value delta1] and it is more than the second reference-value delta2 [smaller than the first reference value delta1]. When the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is second less than [reference-value delta2], it may be corrected so that the assistant torque T_a may calculate according to the above-mentioned formula 3.

[0074] When the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is below reference-value deltao in the second above-mentioned operation gestalt similarly, the reaction force torque T_r calculates as the sum with steering angle thetas , the reaction force torque and steering angle thetas according to the vehicle speed V , and the reaction force torque of the automatic steering based on the vehicle speed V , and it may be corrected so that the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is small, and the rate of addition of the reaction force torque of automatic steering may become small.

[0075] Moreover, the reaction force torque T_r calculates so that the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is small and the rate of addition of the reaction force torque of automatic steering may become small, when the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is first less than [reference-value delta1] also in the second above-mentioned operation gestalt and it is more than the second reference-value delta2 . When the absolute value of the target steering quantity deltadeltat is second less than [reference-value delta2], it may be corrected so that the reaction force torque T_r may calculate according to steering angle thetas and the vehicle speed V .

[0076] Moreover, although the target steering quantity of a steering wheel is the target steering quantity for reducing the deflection of the real yaw rate of a vehicle, and the target yaw rate of a vehicle in each above-mentioned operation gestalt For example, as indicated by above-mentioned JP,11-73597,A As indicated by the target steering quantity for making it run a vehicle along the slow lane, and JP,10-31799,A When the obstruction ahead of a vehicle is detected by the laser radar etc., you may be the target steering quantity for avoiding the obstruction ahead of a vehicle, and may be the target steering quantity of arbitration other than these further.

[0077] Moreover, although an adjustable setup of the reference-value deltao is carried out in each above-mentioned operation gestalt according to the absolute value of degree of ***** deltad so that it may become so small that the absolute value of degree of ***** deltad is large for example, when the obstruction ahead of a vehicle is detected by the laser radar etc. According to the absolute value of degree of ***** deltad , and the danger on vehicle transit, an adjustable setup may be carried out so that the danger on vehicle transit is so high that the distance to an obstruction is so small that the vehicle speed V in the situation that the obstruction was detected ahead [vehicle] is high, and reference-value deltao may become small.

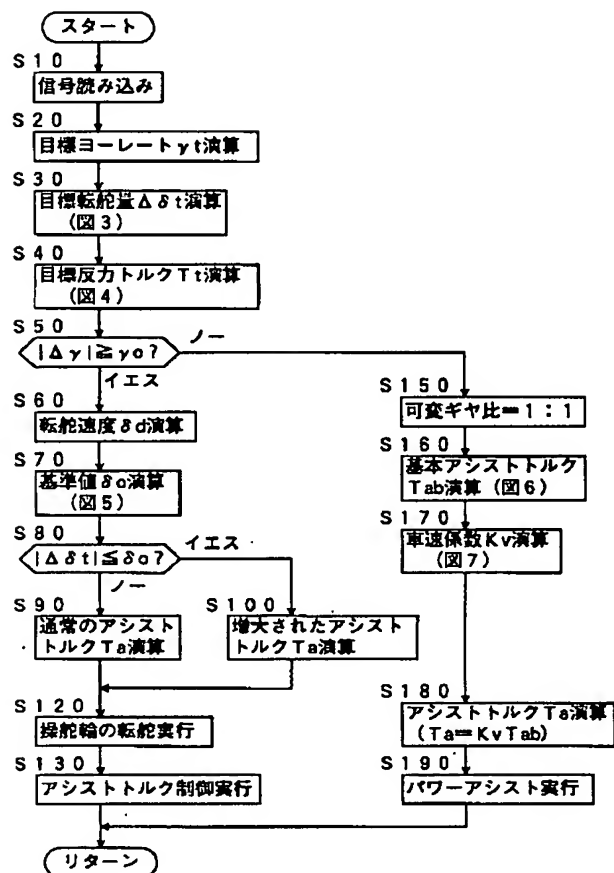
[0078] moreover, when an adjustable setup of the reference-value deltao is carried out also according to the danger on vehicle transit like **** The danger on vehicle transit is not what is limited to the obstruction ahead of a vehicle. As indicated by JP,9-3391,A concerning the unstable degree of the revolution behavior of a vehicle, for example, application of an applicant for this patent It may be judged with danger being high, so that the drift value (drift out quantity of state) which shows extent of the drift out of the spin value (the amount of spin states) and vehicle in which extent of the spin of a vehicle is shown is high.

[Translation done.]

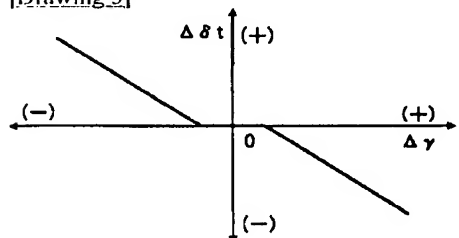
JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- ## DRAWINGS

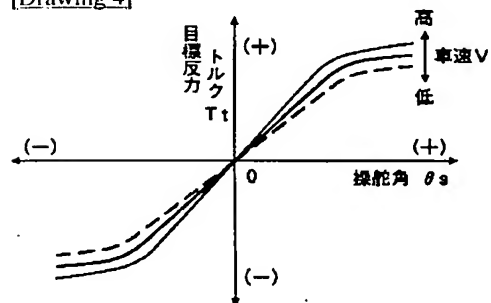
8/20/2007



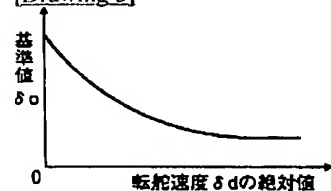
[Drawing 3]



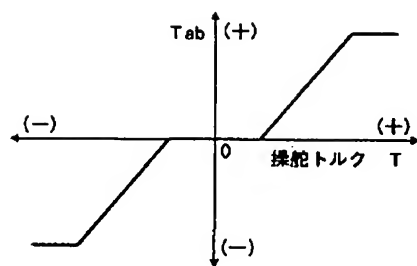
[Drawing 4]



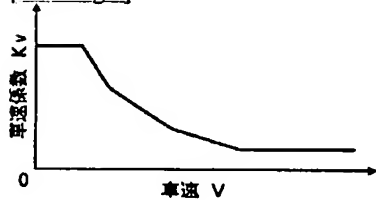
[Drawing 5]



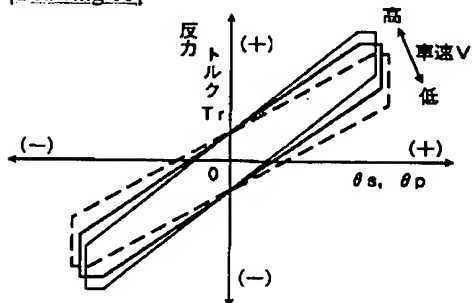
[Drawing 6]



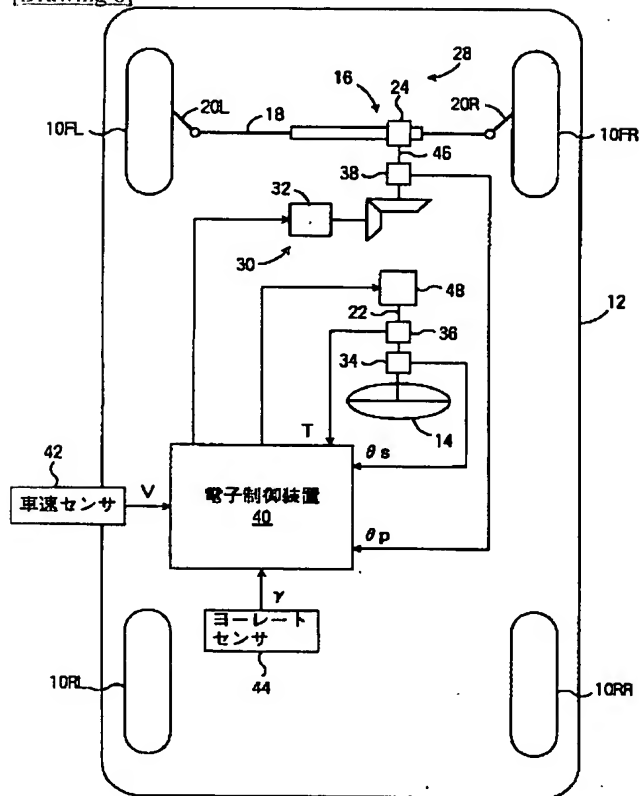
[Drawing 7]



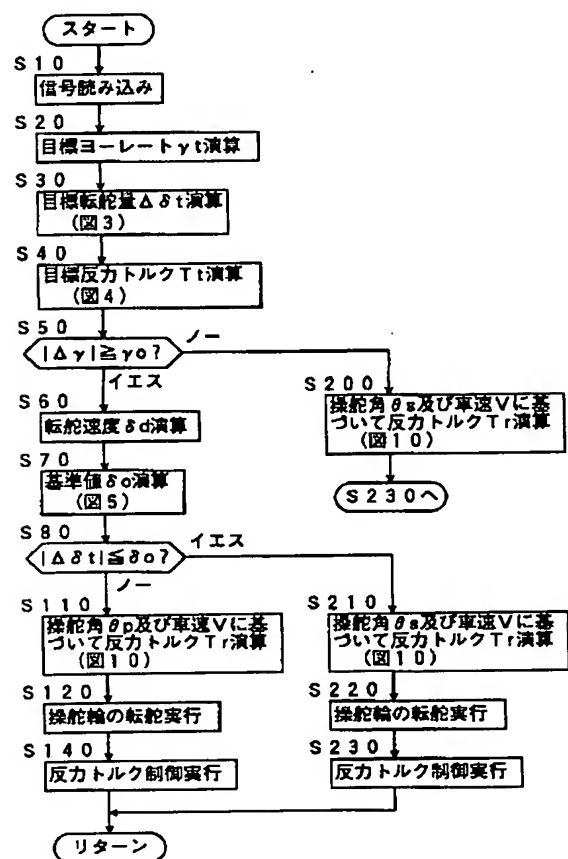
[Drawing 10]



[Drawing 8]



[Drawing 9]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-137122
(P2003-137122A)

(43) 公開日 平成15年5月14日 (2003.5.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
B 6 2 D 6/00		B 6 2 D 6/00	3 D 0 3 2
G 0 8 G 1/16		G 0 8 G 1/16	C 5 H 1 8 0
// B 6 2 D 101:00		B 6 2 D 101:00	
113:00		113:00	
119:00		119:00	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-333870 (P2001-333870)

(22) 出願日 平成13年10月31日 (2001.10.31)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 佐久川 純

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 河路 康右

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100071216

弁理士 明石 昌毅

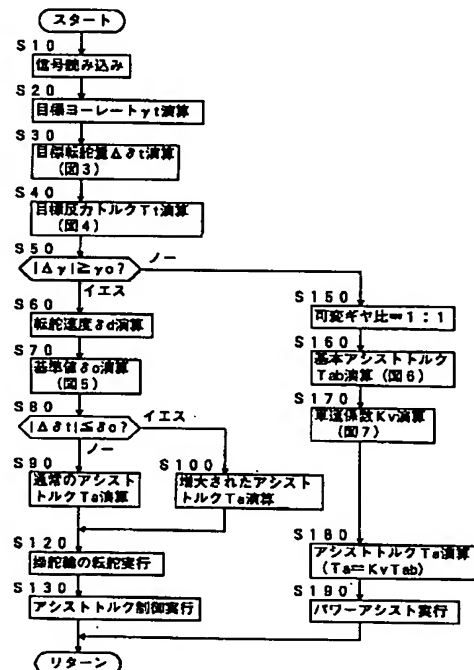
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車輛用自動操舵装置

(57) 【要約】

【課題】 自動操舵の有効性を損なうことなく、また運転者が自動操舵を認知できないことに起因して違和感等を感じることを防止しつつ、自動操舵時に操舵反力トルクの変動に起因して運転者が煩わしさを感じることを防止する。

【解決手段】 左右前輪の目標転舵量 $\Delta \delta t$ が演算され (S20、30)、目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が基準値 δo を越えているときには (S80)、通常のアシストトルク Ta が演算され (S90)、そのアシストトルクが発生されるよう目標転舵量 $\Delta \delta t$ に基づき自動操舵され (S120、130)、ステアリングホイール14に自動操舵の反力が与えられるが、目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下であるときには (S80)、増大されたアシストトルク Ta が演算され (S100)、そのアシストトルクが発生されるよう自動操舵され (S120、130)、ステアリングホイール14に不必要な自動操舵の反力が与えられることが防止される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ステアリングホイールに対する運転者の操舵操作に依存せずに操舵輪を転舵する自動転舵手段と、前記操舵輪の目標転舵量を演算する目標転舵量演算手段と、前記目標転舵量に基づき前記自動操舵手段を制御し前記操舵輪を自動操舵する制御手段と、前記自動操舵による前記操舵輪の転舵状況に応じて前記ステアリングホイールに回転若しくはトルクを付与し運転者に前記自動操舵を認知させる認知手段とを有し、前記認知手段は前記目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには前記目標転舵量の大きさが基準値を越えるときに比して前記操舵輪の転舵量に対する前記ステアリングホイールの回転若しくはトルクの比を低減することを特徴とする車両用自動操舵装置。

【請求項2】前記認知手段は前記目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには前記自動操舵による前記操舵輪の転舵状況に応じて前記ステアリングホイールに付与する回転若しくはトルクを0に低減することを特徴とする請求項1に記載の車両用自動操舵装置。

【請求項3】前記認知手段は前記自動操舵による前記操舵輪の転舵速度の大きさが大きいほど前記基準値を小さく設定することを特徴とする請求項1又は2に記載の車両用自動操舵装置。

【請求項4】前記認知手段は車両走行上の危険性を判定し、前記危険性が高いほど前記基準値を小さく設定することを特徴とする請求項1又は2に記載の車両用自動操舵装置。

【請求項5】前記自動操舵装置は前記自動操舵手段の一部として操舵系に組み込まれ前記ステアリングホイールに対し相対的に前記操舵輪を転舵駆動する転舵駆動手段と、前記認知手段の一部として操舵系に組み込まれ前記操舵輪の転舵を補助する補助転舵トルクを発生する補助転舵トルク発生手段とを有するセミステアバイワイヤ式の自動操舵装置であり、前記認知手段は前記目標転舵量の大きさが前記基準値以下であるときには前記補助転舵トルクを増大することにより前記操舵輪の転舵量に対する前記ステアリングホイールのトルクの比を低減することを特徴とする請求項1乃至4に記載の車両用自動操舵装置。

【請求項6】前記自動操舵装置は前記自動操舵手段の一部として前記操舵輪を転舵駆動する転舵駆動手段と、前記認知手段の一部としてステアリングホイールに反力トルクを付与する反力トルク付与手段とを有するステアバイワイヤ式の自動操舵装置であり、前記認知手段は前記目標転舵量の大きさが前記基準値以下であるときには前記反力トルクを低減することにより前記操舵輪の転舵量に対する前記ステアリングホイールのトルクの比を低減することを特徴とする請求項1乃至4に記載の車両用自動操舵装置。

【請求項7】前記転舵駆動手段はステアリング用ギヤ比

可変装置であり、前記補助転舵トルク発生手段はパワーステアリング装置であることを特徴とする請求項5に記載の車両用自動操舵装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、自動車等の車両の操舵装置に係り、更に詳細には必要に応じて操舵輪を自動的に操舵する自動操舵装置に係る。

【0002】

【従来の技術】例えば特開平11-73597号公報に記載されている如く、走行車線に対する車両の横ずれ量に基づき操舵用制御トルクを発生させて操舵輪を自動操舵し、これにより車両が走行車線より逸脱することを防止する所謂レーンキープアシストを行う自動操舵装置であって、走行車線に対する車両の横ずれ量について走行車線のカーブ状況に基づいて不感帯を設定し、車両の横ずれ量が不感帯内であるときには操舵用制御トルクを0にし自動操舵を行なわないよう構成された自動操舵装置が従来より知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述の先の提案にかかる自動操舵装置に於いては、不感帯は走行車線のカーブ状況に基づいて設定され、車両のカーブ走行時に車両の横ずれ量が不感帯内であるときにはレーンキープアシストの制御が行なわれないので、レーンキープアシストの制御による操舵反力がステアリングホイールに作用せず、レーンキープアシストの制御に起因して運転者が煩わしさを感じることを防止できるが、通常の直進走行時に於いては走行車線に対する車両の横ずれ量が僅かであってもレーンキープアシストの制御が実行されるので、その際の操舵反力が逐一ステアリングホイールに作用することに起因して運転者が煩わしさを感じるという問題がある。

【0004】またかかる問題を解消すべく、通常の直進走行時に於いても比較的広い不感帯を設定することが考えられるが、その場合には車両の横ずれ量が比較的大きい値であってもそれが不感帯内である限りレーンキープアシストの制御が実行されなくなるため、レーンキープアシストの制御の有効性が低下し、そのためレーンキープアシストの制御が効果的に行われなくなるという問題がある。

【0005】またこれらの問題を解消すべく、レーンキープアシストの制御自体の不感帯を広く設定することなく操舵用制御トルクの反力がステアリングホイールに与えられないようにすることが考えられるが、その場合には車両の横ずれ量が大きくなりレーンキープアシストの制御が実行されても、操舵用制御トルクの反力が全くステアリングホイールに作用しないため、レーンキープアシストの制御が実行されていることを示す情報がステアリングホイールを介して運転者に全く伝達されず、その

ため運転者が違和感や不安感を感じるという問題がある。

【0006】本発明は、自動操舵装置に於ける如上の如き問題、特に走行車線に対する車輛の横ずれ量について走行車線のカーブ状況に基づいて不感帯を設定し、車輛の横ずれ量が不感帯内であるときには操舵用制御トルクを0にするよう構成された上述の従来の自動操舵装置に於ける如上の如き問題に鑑みてなされたものであり、本発明の主要な課題は、操舵輪に対する自動操舵量の大きさが小さいときには操舵輪の操舵量に対するステアリングホイールの回転若しくはトルクの比を低減することにより、自動操舵の有効性を損なうことなく、また運転者が自動操舵を認知できないことに起因して違和感や不安感を感じることを防止しつつ、自動操舵時にステアリングホイールが不必要に回転したりそのトルクが変動することに起因して運転者が煩わしさをを感じることを防止することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上述の主要な課題は、本発明によれば、請求項1の構成、即ちステアリングホイールに対する運転者の操舵操作に依存せずに操舵輪を転舵する自動転舵手段と、前記操舵輪の目標転舵量を演算する目標転舵量演算手段と、前記目標転舵量に基づき前記自動操舵手段を制御し前記操舵輪を自動操舵する制御手段と、前記自動操舵による前記操舵輪の転舵状況に応じて前記ステアリングホイールに回転若しくはトルクを付与し運転者に前記自動操舵を認知させる認知手段とを有し、前記認知手段は前記目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには前記目標転舵量の大きさが基準値を越えるときに比して前記操舵輪の転舵量に対する前記ステアリングホイールの回転若しくはトルクの比を低減することを特徴とする車輛用自動操舵装置によって達成される。

【0008】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1の構成に於いて、前記認知手段は前記目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには前記自動操舵による前記操舵輪の転舵状況に応じて前記ステアリングホイールに付与する回転若しくはトルクを0に低減するよう構成される（請求項2の構成）。

【0009】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1又は2の構成に於いて、前記認知手段は前記自動操舵による前記操舵輪の転舵速度の大きさが大きいほど前記基準値を小さく設定するよう構成される（請求項3の構成）。

【0010】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1又は2の構成に於いて、前記認知手段は車輛走行上の危険性を判定し、前記危険性が高いほど前記基準値を小さく設定するよう構成される（請求項4の構成）。

【0011】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1乃至4の構成に於いて、前記自動操舵装置は前記自動操舵手段の一部として操舵系に組み込まれ前記ステアリングホイールに対し相対的に前記操舵輪を転舵駆動する転舵駆動手段と、前記認知手段の一部として操舵系に組み込まれ前記操舵輪の転舵を補助する補助転舵トルクを発生する補助転舵トルク発生手段とを有するセミステアパイワイヤ式の自動操舵装置であり、前記認知手段は前記目標転舵量の大きさが前記基準値以下であるときには前記補助転舵トルクを増大することにより前記操舵輪の転舵量に対する前記ステアリングホイールのトルクの比を低減するよう構成される（請求項5の構成）。

【0012】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項1乃至4の構成に於いて、前記自動操舵装置は前記自動操舵手段の一部として前記操舵輪を転舵駆動する転舵駆動手段と、前記認知手段の一部としてステアリングホイールに反力トルクを付与する反力トルク付与手段とを有するステアパイワイヤ式の自動操舵装置であり、前記認知手段は前記目標転舵量の大きさが前記基準値以下であるときには前記反力トルクを低減することにより前記操舵輪の転舵量に対する前記ステアリングホイールのトルクの比を低減するよう構成される（請求項6の構成）。

【0013】また本発明によれば、上述の主要な課題を効果的に達成すべく、上記請求項5の構成に於いて、前記転舵駆動手段はステアリング用ギヤ比可変装置であり、前記補助転舵トルク発生手段はパワーステアリング装置であるよう構成される（請求項7の構成）。

【0014】

【発明の作用及び効果】上記請求項1の構成によれば、目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには目標転舵量の大きさが基準値を越えるときに比して操舵輪の転舵量に対するステアリングホイールの回転若しくはトルクの比が低減されるので、自動操舵による操舵輪の転舵量の大きさが大きいときには、ステアリングホイールに確実に回転若しくはトルクを付与し、これにより運転者に自動操舵による操舵輪の転舵状況を確実に認知させることができ、また自動操舵による操舵輪の転舵量の大きさが小さいときにはステアリングホイールに不必要に回転若しくはトルクが付与されることを防止し、これにより自動操舵によりステアリングホイールが回転したりトルクが変動したりすることに起因して運転者が煩わしさをを感じることを確実に防止することができる。

【0015】また上記請求項1の構成によれば、目標転舵量の大きさが基準値以下であるときに自動操舵自体が行われなくなる訳ではなく、目標転舵量の大きさが基準値以下であるときにも自動操舵は実行されるので、目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには自動操舵自体が実行されない構成の場合に比して、自動操舵の有効

性を確保しつつ自動操舵に起因して運転者が煩わしさを感じることを効果的に防止することができる。

【0016】また上記請求項2の構成によれば、目標転舵量の大きさが基準値以下であるときにはステアリングホイールに付与する回転若しくはトルクが0に低減されるので、自動操舵による操舵輪の転舵量の大きさが小さい状況に於いて、運転者が自動操舵に起因して煩わしさを感じることを一層確実に防止することができる。

【0017】また上記請求項3の構成によれば、自動操舵による操舵輪の転舵速度の大きさが大きいほど基準値が小さく設定されるので、自動操舵により速やかに操舵輪が転舵される場合には、操舵輪の転舵量の大きさが小さい領域に於いてもステアリングホイールに確実に回転若しくはトルクを付与し、これにより運転者に自動操舵の状況を実際に認知させることができ、逆に自動操舵によりゆっくりと操舵輪が転舵される場合には、操舵輪の転舵量の大きさが比較的大きい領域に於いてもステアリングホイールに不必要に回転若しくはトルクが付与されることを防止し、これにより運転者が自動操舵に起因して煩わしさを感じることを効果的に防止することができる。

【0018】また上記請求項4の構成によれば、車両走行上の危険性が判定され、該危険性が大きいほど基準値が小さく設定されるので、危険性が低い状況に於いては運転者が自動操舵に起因して煩わしさを感じることを効果的に防止することができると共に、危険性が高い状況に於いてはステアリングホイールに確実に回転若しくはトルクを付与し、これにより運転者に自動操舵の状況を実際に認知させ、運転者に危険回避動作を促すことができる。

【0019】また上記請求項5の構成によれば、自動操舵装置は自動操舵手段の一部として操舵系に組み込まれステアリングホイールに対し相対的に操舵輪を転舵駆動する転舵駆動手段と、認知手段の一部として操舵系に組み込まれ操舵輪の転舵を補助する補助転舵トルクを発生する補助転舵トルク発生手段とを有するセミステアバイワイヤ式の自動操舵装置であるので、転舵駆動手段及び補助転舵トルク発生手段を有するセミステアバイワイヤ式の自動操舵装置が搭載された車両に本発明を容易に適用することができ、また目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには補助転舵トルクを増大することにより操舵輪の転舵量に対するステアリングホイールのトルクの比が低減されるので、目標転舵量の大きさが基準値以下であるときにはステアリングホイールに付与されるトルクを実際に低減し、これにより運転者が自動操舵に起因して煩わしさを感じることを確実に防止することができる。

【0020】また上記請求項6の構成によれば、自動操舵装置は自動操舵手段の一部として操舵輪を転舵駆動する転舵駆動手段と、認知手段の一部としてステアリング

ホイールに反力トルクを付与する反力トルク付与手段とを有するステアバイワイヤ式の自動操舵装置であるので、転舵駆動手段及び反力トルク付与手段を有するステアバイワイヤ式の自動操舵装置が搭載された車両に本発明を容易に適用することができ、また目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには反力トルクを低減することにより操舵輪の転舵量に対するステアリングホイールのトルクの比が低減されるので、目標転舵量の大きさが基準値以下であるときにはステアリングホイールに付与されるトルクを実際に低減し、これにより運転者が自動操舵に起因して煩わしさを感じることを確実に防止することができる。

【0021】また上記請求項7の構成によれば、転舵駆動手段はステアリング用ギヤ比可変装置であり、補助転舵トルク発生手段はパワーステアリング装置であるので、ステアリング用ギヤ比可変装置及びパワーステアリング装置を有する自動操舵装置が搭載された車両に本発明を容易に適用することができ、

【0022】

【課題解決手段の好ましい態様】本発明の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1の構成に於いて、認知手段は目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには目標転舵量の大きさが小さいほど操舵輪の転舵量に対するステアリングホイールの回転若しくはトルクの比を小さくするよう構成される（好ましい態様1）。

【0023】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1の構成に於いて、認知手段は目標転舵量の大きさが第一の基準値以下であり且つ第一の基準値よりも小さい第二の基準値以上であるときには目標転舵量の大きさが第一の基準値を越えるときに比して操舵輪の転舵量に対するステアリングホイールの回転若しくはトルクの比を低減し、目標転舵量の大きさが第二の基準値未満であるときには自動操舵による操舵輪の転舵状況に応じてステアリングホイールに付与する回転若しくはトルクを0に低減するよう構成される（好ましい態様2）。

【0024】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1の構成に於いて、操舵輪の目標転舵量は前記車両の実ヨーレートと車両の目標ヨーレートとの偏差を低減するための目標転舵量であるよう構成される（好ましい態様3）。

【0025】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項1の構成に於いて、操舵輪の目標転舵量は車両を走行車線に沿って走行させるための目標転舵量であるよう構成される（好ましい態様4）。

【0026】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項2の構成に於いて、目標転舵量の大きさが基準値以下であるときには少なくとも運転者によるステアリングホイールの回転操作位置に応じた反力トルクがステアリングホイールに付与されるよう構成される

(好ましい態様5)。

【0027】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項3の構成に於いて、目標転舵量演算手段は車輛前方の障害物を検出し、障害物を回避するための転舵量として操舵輪の目標転舵量を演算し、認知手段は目標転舵量演算手段により障害物が検出されたときには、車速が高く障害物までの距離が小さいほど危険性が高いと判定するよう構成される。(好ましい態様6)。

【0028】本発明の他の一つの好ましい態様によれば、上記請求項7の構成に於いて、パワーステアリング装置は電動式パワーステアリング装置であるよう構成される(好ましい態様7)。

【0029】

【発明の実施の形態】以下に添付の図を参照しつつ、本発明を好ましい実施形態について詳細に説明する。

【0030】第一の実施形態

図1はギヤ比可変装置及び電動式パワーステアリング装置を備えたセミステアバイワイヤ式の車輛に適用された本発明による車輛用自動操舵装置の第一の実施形態を示す概略構成図である。

【0031】図1に於て、10FL及び10FRはそれぞれ車輛12の左右の前輪を示し、10RL及び10RRはそれぞれ車輛の左右の後輪を示している。操舵輪である左右の前輪10FL及び10FRは運転者によるステアリングホイール14の操作にตอบสนองして駆動されるラック・アンド・ピニオン型の電動式パワーステアリング装置16によりラックバー18及びタイロッド20L及び20Rを介して転舵される。

【0032】ステアリングホイール14はアップステアリングシャフト22A及びロアステアリングシャフト22Bによりステアリングギヤボックス24に駆動接続されており、アップステアリングシャフト22Aとロアステアリングシャフト22Bとの間にはギヤ比可変装置26が介装されている。ロアステアリングシャフト22Bには歯車減速機構28によりパワーユニット30が駆動接続されており、パワーユニット30は電気モータ32を有している。

【0033】かくしてラック・アンド・ピニオン型の電動式パワーステアリング装置16、歯車減速機構28、パワーユニット30等は互いに共働して操舵アシスト力を発生することにより運転者による左右の前輪10FL及び10FRの操舵を補助する操舵アシスト機構を構成している。またギヤ比可変装置26は自動操舵時に左右の前輪を転舵する自動転舵手段として機能し、パワーユニット30等は自動操舵時に於けるギヤ比可変装置26による左右前輪の転舵を補助するための補助転舵トルクを発生する補助転舵トルク発生手段として機能する。

【0034】また図には示されていないが、ギヤ比可変装置26はアップステアリングシャフト22Aに対し相対的にロアステアリングシャフト22Bを回転駆動する

電気モータを含む一般的な構成のものであり、運転者による通常の操舵時にはアップステアリングシャフト22Aの回転角度に対するロアステアリングシャフト22Bの回転角度の比(単に可変ギヤ比という)を1:1に維持するが、自動操舵時には電気モータによりアップステアリングシャフト22Aに対し相対的にロアステアリングシャフト22Bを積極的に回転させ、これにより運転者の操舵操作に依存せずに左右の前輪10FL及び10FRを自動操舵する。

【0035】図示の第一の実施形態に於ては、アップステアリングシャフト22Aには該アップステアリングシャフトの回転角度を操舵角 θ_s として検出する操舵角センサ34及び操舵トルクTを検出するトルクセンサ36が設けられており、ロアステアリングシャフト22Bには該ロアステアリングシャフトの回転角度を左右前輪の実操舵角 θ_a として検出する操舵角センサ38が設けられており、これらのセンサの出力は電子制御装置40へ供給される。電子制御装置40には車速センサ42により検出された車速Vを示す信号及びヨーレートセンサ44により検出された車輛のヨーレート γ を示す信号も入力される。

【0036】尚図1には詳細に示されていないが、電子制御装置40はCPUとROMとRAMと入出力ポート装置とを有し、これらが双方向性のコモンバスにより互いに接続されたマイクロコンピュータ及び駆動回路よりなっていてよい。また操舵角センサ34及び38、トルクセンサ36、ヨーレートセンサ44はそれぞれ車輛の左旋回方向への操舵の場合を正として操舵角 θ_s 及び θ_a 、操舵トルクT、ヨーレート γ を検出する。

【0037】後述の如く、電子制御装置40は運転者による通常操舵時にはギヤ比可変装置26の可変ギヤ比を1:1に維持すると共に、操舵トルクT及び車速Vに応じてアシストトルクTaを演算し、アシストトルクTaに基づき電動式パワーステアリング装置16のパワーユニット30を制御することにより運転者の操舵負荷を軽減する操舵アシストを行う。

【0038】また電子制御装置40は車輛の目標ヨーレート γ_t を演算すると共に、目標ヨーレート γ_t とヨーレートセンサ44により検出された車輛のヨーレート γ との偏差 $\Delta\gamma$ を低減するための左右前輪の目標転舵量 $\Delta\delta_t$ を演算し、目標転舵量 $\Delta\delta_t$ に基づきギヤ比可変装置26の電気モータを制御することにより左右前輪の転舵量 $\Delta\delta$ が目標転舵量 $\Delta\delta_t$ になるよう操舵し、これによりヨーレートの偏差 $\Delta\gamma$ を低減して車輛の旋回時の安定性を向上させる。

【0039】特に電子制御装置40は、上記自動操舵を実行するに際し、目標転舵量 $\Delta\delta_t$ の大きさが基準値 δ_o を越えているときには、操舵角 θ_s 及び車速Vに基づき目標反力トルクTtを演算すると共に、目標反力トルクTtと実際のトルクTとの偏差に基づきアシストトルク

Taを演算し、アシストトルクTaに基づき電動式パワーステアリング装置16のパワーユニット30を制御することにより、自動操舵時には目標反力トルクTtに対応する反力をステアリングホイール14へ伝達させ、これにより自動操舵が実行されていることを示す情報を運転者に与える。

【0040】これに対し電子制御装置40は、上記自動操舵を実行するに際し、目標転舵量 $\Delta\delta t$ の大きさが基準値 δo 以下であるときには、目標反力トルクTtと実際のトルクTとの偏差に加えてギヤ比可変装置26の電気モータの慣性等をも考慮して上記の場合に比して増大されたアシストトルクTaを演算し、該アシストトルクTaに基づき電動式パワーステアリング装置16のパワーユニット30を制御することにより、自動操舵の反力としてステアリングホイール14に与えられるトルクを低減し、これにより目標転舵量 $\Delta\delta t$ の大きさが基準値 δo を越えている場合に比して、目標転舵量 $\Delta\delta t$ に対する自動操舵の反力トルクの比を低減する。

【0041】更に電子制御装置40は、上記自動操舵の実行中には、自動操舵による左右前輪の転舵速度 δd を演算し、左右前輪の転舵速度 δd の絶対値が大きいほど基準値 δo が小さくなるよう左右前輪の転舵速度 δd の絶対値に応じて、換言すれば自動操舵による左右前輪の転舵の速さに応じて基準値 δo を可変制御する。

【0042】次に図2に示されたフローチャートを参照して図示の第一の実施形態に於ける自動操舵制御について説明する。尚図2に示されたフローチャートによる制御は図には示されていないイグニッションスイッチの閉成により開始され、所定の時間毎に繰返し実行される。

【0043】まずステップ10に於いては操舵角 θs を示す信号等の読み込みが行われ、ステップ20に於いては操舵角 θs に基づき前輪の実舵角 δ が演算されると共に、Hを車輛のホイールベースとし、Khをスタビリティファクタとして下記の式1に従って車輛の目標ヨーレート $y t$ が演算される。

$$y t = V \cdot \delta / (1 + K h \cdot V^2) H \quad \cdots \cdots (1)$$

【0044】ステップ30に於いては目標ヨーレート $y *$

$$T a = K 1 (T t - T) + K 2 (T t - T)' \quad \cdots \cdots (2)$$

【0050】ステップ100に於てはIをギヤ比可変装置26の電気モータ等の慣性モーメントとし、Cをギヤ比可変装置26の減衰係数とし、 α を電動式パワーステアリング装置16のギヤ比とし、 $\theta s d$ 及び $\theta s t d$ をそれぞれ操舵角 θs の微分値及び二階微分値として、下記の※

$$T a = (I \theta s t d + C \theta s d - \alpha T) + K 1 (T t - T) + K 2 (T t - T)' \quad \cdots \cdots (3)$$

【0051】ステップ120に於ては目標転舵量 $\Delta\delta t$ に基づきギヤ比可変装置26が制御されることにより、左右前輪の転舵量が目標転舵量 $\Delta\delta t$ になるよう左右前輪が転舵され、ステップ130に於てはアシストトルクTaが発生されるようパワーユニット30が制御され、

*tと検出ヨーレート y との偏差 $\Delta y (= y t - y)$ が演算されると共に、ヨーレート偏差 Δy に基づき図3に示されたグラフに対応するマップより前輪の目標転舵量 $\Delta\delta t$ が演算される。尚目標転舵量 $\Delta\delta t$ はヨーレート偏差 Δy に比例する値として演算されてもよい。

【0045】ステップ40に於いては車速V及び操舵角 θs に基づき図4に示されたグラフに対応するマップよりステアリングホイール14に与えられるべき目標反力トルクTtが演算される。この場合図4より解る如く、同一の操舵角 θs について見て目標反力トルクTtの大きさは車速Vが高いほど大きくなるよう演算される。

【0046】ステップ50に於いてはヨーレート偏差 Δy の絶対値が基準値 $y o$ （正の定数）以上であるか否かの判別、即ちヨーレート偏差の大きさを低減するための自動操舵が必要であるか否かの判別が行われ、否定判別が行われたときにはステップ140へ進み、肯定判別が行われたときにはステップ50へ進む。尚基準値 $y o$ は車速Vが高いほど小さくなるよう、車速Vに応じて可変設定されてもよい。

【0047】ステップ60に於ては例えば操舵角 θa に基づき前輪の実舵角 δ が演算されると共に、実舵角 δ の時間微分値として転舵速度 δd が演算され、ステップ70に於いては転舵速度 δd の絶対値に基づき図5に示されたグラフに対応するマップより基準値 δo が演算される。この場合図5より解る如く、基準値 δo は転舵速度 δd の絶対値が大きいほど小さくなるよう演算される。

【0048】ステップ80に於ては目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下であるか否かの判別、即ちアシストトルクを増大させることによって自動操舵の反力を低減する必要があるか否かの判別が行われ、肯定判別が行われたときにはステップ100へ進み、否定判別が行われたときにはステップ90へ進む。

【0049】ステップ90に於てはK1及びK2をそれぞれ正の一定の係数とし、 $(T t - T)'$ を $(T t - T)$ の微分値として、下記の式2に従って自動操舵時の通常のアシストトルクTaが演算される。

※式3に従って自動操舵時の増大されたアシストトルクTaが演算される。尚下記の式3に於ける $(I \theta s t d + C \theta s d - \alpha T)$ は主としてギヤ比可変装置26の電気モータの反力を補償するためのトルクである。

しかる後ステップ10へ戻る。

【0052】ステップ150に於てはギヤ比可変装置26の可変ギヤ比が1:1に維持され、ステップ160に於ては操舵トルクTに基き図6に示されたグラフに対応するマップより基本アシストトルクTabが演算され、ス

ステップ 170 に於ては車速 V に基づき図 7 に示されたグラフに対応するマップより車速係数 K_v が演算され、ステップ 180 に於ては車速係数 K_v と基本アシストトルク T_{ab} との積としてアシストトルク T_a が演算され、ステップ 190 に於てはアシストトルク T_a に対応する制御信号がモータ 32 へ出力され、これにより運転者に必要な操舵力を軽減するパワーアシストが実行される。

【0053】かくして図示の実施形態によれば、ステップ 20 及び 30 に於いて車輛のヨーレート $\dot{\gamma}$ を目標ヨーレート $\dot{\gamma}_t$ にして車輛を安定的に旋回させるための左右前輪の目標転舵量 $\Delta \delta_t$ が演算されるが、ヨーレート偏差 $\Delta \dot{\gamma}$ が基準値 $\dot{\gamma}_o$ 未満であるときにはステップ 50 に於いて否定判別が行われ、ステップ 150 ~ 190 が実行されることにより、自動操舵が行われることなく操舵アシストが行われ、これにより運転者の操舵負担が軽減される。

【0054】これに対しヨーレート偏差 $\Delta \dot{\gamma}$ が基準値 $\dot{\gamma}_o$ 未満であるときにはステップ 50 に於いて肯定判別が行われ、ステップ 60 に於て前輪の実舵角 δ の時間微分値として自動操舵による左右前輪の転舵速度 δd が演算され、ステップ 70 に於いて転舵速度 δd の絶対値に基づき転舵速度 δd の絶対値が大きいほど小さくなるよう基準値 δ_o が演算される。

【0055】そしてステップ 80 に於て目標転舵量 $\Delta \delta_t$ の絶対値が基準値 δ_o 以下であるか否かの判別によりアシストトルクを増大させることによって自動操舵の反力を低減する必要があるか否かの判別が行われ、目標転舵量 $\Delta \delta_t$ の絶対値が基準値 δ_o を越えているときにはステップ 80 に於いて否定判別が行われることにより、ステップ 90 に於いて上記式 2 に従って通常のアシストトルク T_a が演算され、ステップ 120 に於いて左右前輪の転舵量が目標転舵量 $\Delta \delta_t$ になるよう左右前輪が転舵され、ステップ 130 に於てアシストトルク T_a が発生されるようパワーユニット 30 が制御される。

【0056】従って車輛のヨーレート $\dot{\gamma}$ が目標ヨーレート $\dot{\gamma}_t$ になるよう自動操舵を実行することによって車輛を安定的に旋回させることができると共に、自動操舵の反力をステアリングホイール 14 に与え、これにより自動操舵が行われていることを示す情報を反力トルクとして確実に運転者に与えることができ、運転者に適正な操舵操作を行うことを積極的に促すことができる。

【0057】これに対し目標転舵量 $\Delta \delta_t$ の絶対値が基準値 δ_o 以下であるときにはステップ 80 に於いて肯定判別が行われ、ステップ 100 に於いて上記式 3 に従って増大されたアシストトルク T_a が演算されるので、車輛のヨーレート $\dot{\gamma}$ が目標ヨーレート $\dot{\gamma}_t$ になるよう自動操舵を実行し車輛を安定的に旋回させることができると共に、不必要な操舵反力がステアリングホイール 14 に与えられることを抑制し、これにより運転者が不必要なステアリングホイールのトルク変動を感じることに起因

して煩わしさを感じることを確実に防止することができる。

【0058】特に図示の第一の実施形態によれば、ステップ 60 に於いて自動操舵による左右前輪の転舵速度 δd が演算され、左右前輪の転舵速度 δd の絶対値が大きいほど基準値 δ_o が小さくなるよう左右前輪の転舵速度 δd の絶対値に応じて基準値 δ_o が可変設定されるので、自動操舵による左右前輪の転舵が比較的穏やかに行われるときには基準値 δ_o を比較的大きい値に設定し、これにより運転者が不必要なステアリングホイールのトルク変動を感じることに起因して煩わしさを感じることを確実に防止することができ、逆に自動操舵による左右前輪の転舵が比較的速やかに行われるときには基準値 δ_o を比較的小さい値に設定し、これにより自動操舵の反力を積極的にステアリングホイール 14 に与えて自動操舵が行われていることを運転者に確実に認知させることができ、運転者に適正な操舵操作を行うことを積極的に促すことができる。

【0059】第二の実施形態

図 8 はステアバイワイヤ式の車輛に適用された本発明による車輛用自動操舵装置の第二の実施形態を示す概略構成図である。尚図 8 に於いて図 1 に示された部材と実質的に同一の部材には図 1 に於いて付された符号と同一の符号が付されている。

【0060】この第二の実施形態に於いては、ステアリングホイール 14 に連結されたステアリングシャフト 22 及び電動式パワーステアリング装置 16 のピニオンシャフト 46 は相互に連結されておらず、ステアリングシャフト 22 は電気モータ 48 により図 8 には示されていない減速歯車機構を介してピニオンシャフト 46 とは完全に独立して回転駆動され、ピニオンシャフト 46 はステアリングシャフト 22 とは完全に独立してパワーユニット 30 により回転駆動される。

【0061】また操舵角センサ 34 及びトルクセンサ 36 はそれぞれステアリングシャフト 22 について操舵角 θ_s 及び操舵トルク T を検出し、操舵角センサ 38 はピニオンシャフト 46 について操舵角 θ_p を検出する。そして電子制御装置 40 は通常時には運転者の操舵操作による操舵角を示す操舵角 θ_s に基づきパワーユニット 30 を制御することにより左右前輪の転舵を行い、その際に操舵角 θ_s 及び車速 V に基づき電気モータ 48 を制御してステアリングホイール 14 に操舵反力トルクを付与する。

【0062】これに対し自動操舵時には、電子制御装置 40 は第一の実施形態の場合と同様目標転舵量 $\Delta \delta_t$ に基づきパワーユニット 30 を制御することにより左右前輪を転舵して自動操舵を行い、目標転舵量 $\Delta \delta_t$ の絶対値が基準値 δ_o を越えるときには自動操舵の操舵角を示す操舵角 θ_p 及び車速 V に基づき電気モータ 48 を制御してステアリングホイール 14 に自動操舵の反力トルク

を付与するが、目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下であるときには運転者の操舵操作による操舵角を示す操舵角 θs 及び車速 V に基づき電気モータ48を制御し、ステアリングホイール14に自動操舵の反力トルクを付与せず、運転者によるステアリングホイール14の操舵位置に応じた反力トルクを付与する。

【0063】次に図9に示されたフローチャートを参照して図示の第二の実施形態に於ける自動操舵制御について説明する。尚図9に於いて図2に示されたステップと同一のステップには図2に於いて付されたステップ番号と同一のステップ番号が付されている。また図9に示されたフローチャートによる制御も図には示されていないイグニッションスイッチの閉成により開始され、所定の時間毎に繰返し実行される。

【0064】この第二の実施形態に於いては、ステップ10～80は第一の実施形態の場合と同様に実行されるが、ステップ50に於いて否定判別が行われたときには、即ちヨーレート偏差 $\Delta\gamma$ の絶対値が基準値 γo 未満である旨の判別が行われたときにはステップ200に於いてステアリングホイール14の反力トルク T_r が操舵角 θs 及び車速 V に基づき図10に示されたグラフに対応するマップより演算され、しかる後ステップ230へ進む。

【0065】またステップ80に於いて肯定判別が行われたときには、即ち目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下である旨の判別が行われたときにはステップ210へ進み、否定判別が行われたときにはステップ110に於いてステアリングホイール14の反力トルク T_r が操舵角 θp 及び車速 V に基づき図10に示されたグラフに対応するマップより演算され、ステップ120に於いて第一の実施形態の場合と同様に自動操舵が行われ、ステップ140に於いてステアリングホイール14に反力トルク T_r が与えられるよう電気モータ48が制御され、しかる後ステップ10へ戻る。

【0066】更にステップ210に於いては上述のステップ200の場合と同様ステアリングホイール14の反力トルク T_r が操舵角 θs 及び車速 V に基づき図10に示されたグラフに対応するマップより演算され、ステップ220に於いては左右前輪の転舵量が目標転舵量 $\Delta\delta t$ になるよう左右前輪が転舵され、ステップ230に於ては反力トルク T_r が発生されるよう電気モータ48が制御される。

【0067】かくしてこの第二の実施形態によれば、目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo を越えているときにはステップ80に於いて否定判別が行われ、ステップ110～140が実行されることにより操舵角 θp 及び車速 V に基づき自動操舵の反力トルクがステアリングホイール14に与えられるので、自動操舵が行われているときにはそのことを確実に運転者に認知させることができる。

【0068】また目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下であるときにはステップ80に於いて肯定判別が行われ、ステップ210～230が実行されることにより、運転者により操舵操作が行われる場合と同様、ステアリングホイール14には運転者の操舵操作による操舵角 θs 及び車速 V に応じた反力トルクがステアリングホイール14に与えられるので、自動操舵の反力トルクがステアリングホイール14に与えられることを防止して運転者が煩わしさを感ずることを確実に防止することができる。

【0069】またこの第二の実施形態によれば、目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下であるときには操舵角 θp 及び車速 V に基づく自動操舵の反力トルクが0に設定されステアリングホイール14に反力トルクが全く与えられなくなる訳ではなく、操舵角 θs 及び車速 V に応じた反力トルクがステアリングホイール14に与えられるので、目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下である状況に於いて運転者がステアリングホイール14より感じるトルクがなくなること起因して運転者が違和感を覚えることを確実に防止することができる。

【0070】尚この第二の実施形態に於いても左右前輪の転舵速度 δd の絶対値が大きいほど基準値 δo が小さくなるよう左右前輪の転舵速度 δd の絶対値に応じて基準値 δo が可変設定されるので、自動操舵による左右前輪の転舵が比較的穏やかに行われるときには基準値 δo を比較的大きい値に設定し、これにより運転者が不必要なステアリングホイールのトルク変動を感じることに起因して煩わしさを感ずることを確実に防止することができ、逆に自動操舵による左右前輪の転舵が比較的速やかに行われるときには基準値 δo を比較的小さい値に設定し、これにより自動操舵の反力を積極的にステアリングホイール14に与えて自動操舵が行われていることを運転者に確実に認知させることができ、運転者に適正な操舵操作を行うことを積極的に促すことができる。

【0071】以上に於いては本発明を特定の実施形態について詳細に説明したが、本発明は上述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内にて他の種々の実施形態が可能であることは当業者にとって明らかであろう。

【0072】例えば上述の第一の実施形態に於いては、目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo を越えているときにはアシストトルク T_a が上記式2に従って演算され、目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下であるときにはアシストトルク T_a が上記式3に従って演算されるようになっているが、 $K3$ を1よりも小さい正の係数として、目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下であるときにはアシストトルク T_a が下記の式4に従って演算され、目標転舵量 $\Delta\delta t$ の絶対値が小さいほど係数 $K3$ が小さくなるよう修正されてもよい。

$$T_a = K_3 (I \theta_{std} + C \theta_{sd} - \alpha T) + K_1 (T_t - T) + K_2 (T_t - T) \quad \dots\dots (4)$$

【0073】また目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が第一の基準値 $\delta 1$ 以下であり且つ第一の基準値 $\delta 1$ よりも小さい第二の基準値 $\delta 2$ 以上であるときには目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が小さいほど係数 K_3 が小さくなるようアシストトルク T_a が上記の式4に従って演算され、目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が第二の基準値 $\delta 2$ 未満であるときにはアシストトルク T_a が上記式3に従って演算されるよう修正されてもよい。

【0074】同様に上述の第二の実施形態に於いても、目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が基準値 δo 以下であるときには、操舵角 θs 及び車速 V に応じた反力トルクと操舵角 θp 及び車速 V に基づく自動操舵の反力トルクとの和として反力トルク T_r が演算され、目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が小さいほど自動操舵の反力トルクの加算率が小さくなるよう修正されてもよい。

【0075】また上述の第二の実施形態に於いても、目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が第一の基準値 $\delta 1$ 以下であり且つ第二の基準値 $\delta 2$ 以上であるときには目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が小さいほど自動操舵の反力トルクの加算率が小さくなるよう反力トルク T_r が演算され、目標転舵量 $\Delta \delta t$ の絶対値が第二の基準値 $\delta 2$ 未満であるときには反力トルク T_r が操舵角 θs 及び車速 V に応じて演算されるよう修正されてもよい。

【0076】また上述の各実施形態に於いては、操舵輪の目標転舵量は車輛の実ヨーレートと車輛の目標ヨーレートとの偏差を低減するための目標転舵量であるが、例えば前述の特開平11-73597号公報に記載されている如く、車輛を走行車線に沿って走行させるための目標転舵量や、例えば特開平10-31799号公報に記載されている如く、レーザレーダ等により車輛前方の障害物が検出される場合には、車輛前方の障害物を回避するための目標転舵量であってよく、更にはこれら以外の任意の目標転舵量であってよい。

【0077】また上述の各実施形態に於いては、基準値 δo は転舵速度 δd の絶対値が大きいほど小さくなるよう転舵速度 δd の絶対値に応じて可変設定されるようになっているが、例えばレーザレーダ等により車輛前方の障害物が検出される場合には、車輛前方に障害物が検出された状況に於ける車速 V が高いほど、また障害物までの距離が小さいほど、即ち車輛走行上の危険性が高いほど基準値 δo が小さくなるよう、転舵速度 δd の絶対値及び車輛走行上の危険性に応じて可変設定されてもよい。

【0078】また上述の如く基準値 δo が車輛走行上の危険性にも応じて可変設定される場合には、車輛走行上の危険性は車輛前方の障害物に限定されるものではな

く、車輛の旋回挙動の不安定度合、例えば本願出願人の出願にかかる特開平9-3391号公報に記載されている如く、車輛のスピンを程度を示すスピンバリュウ（スピン状態量）や車輛のドリフトアウトの程度を示すドリフトバリュウ（ドリフトアウト状態量）が高いほど危険性が高いと判定されてもよい。

【図面の簡単な説明】

10 【図1】ギヤ比可変装置及び電動式パワーステアリング装置を備えたセミステアバイワイヤ式の車輛に適用された本発明による車輛用自動操舵装置の第一の実施形態を示す概略構成図である。

【図2】第一の実施形態に於ける自動操舵制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図3】ヨーレート偏差 $\Delta \gamma$ と左右前輪の目標転舵量 $\Delta \delta t$ との間の関係を示すグラフである。

【図4】操舵角 θs と目標反力トルク T_t との間の関係を示すグラフである。

20 【図5】転舵速度 δd の絶対値と基準値 δo との間の関係を示すグラフである。

【図6】操舵トルク T と基本アシストトルク T_{ab} との間の関係を示すグラフである。

【図7】車速 V と車速係数 K_v との間の関係を示すグラフである。

【図8】ステアバイワイヤ式の車輛に適用された本発明による車輛用自動操舵装置の第二の実施形態を示す概略構成図である。

30 【図9】第二の実施形態に於ける自動操舵制御ルーチンを示すフローチャートである。

【図10】操舵角 θs 及び θp と反力トルク T_r との間の関係を示すグラフである。

【符号の説明】

10 FR～10 RL…車輪

16…電動式パワーステアリング装置

22…ステアリングシャフト

22A…アップステアリングシャフト

22B…ロアステアリングシャフト

26…ギヤ比可変装置

40 30…パワーユニット

34、38…操舵角センサ

36…トルクセンサ

40…電子制御装置

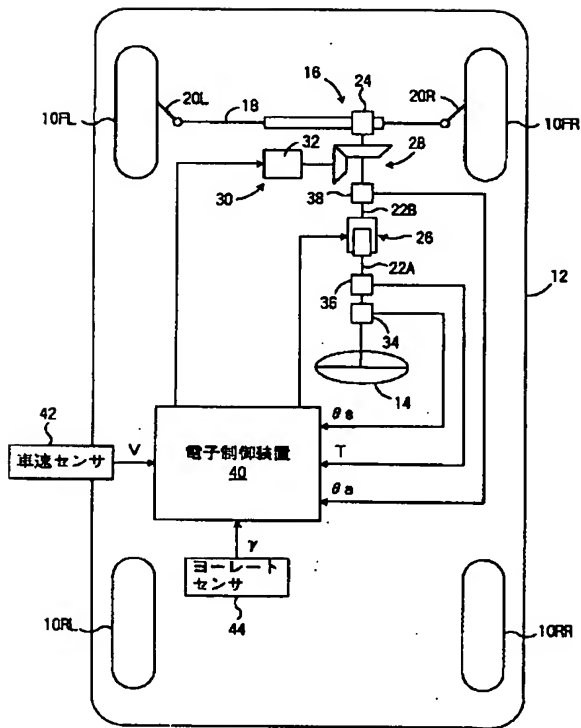
42…車速センサ

44…ヨーレートセンサ

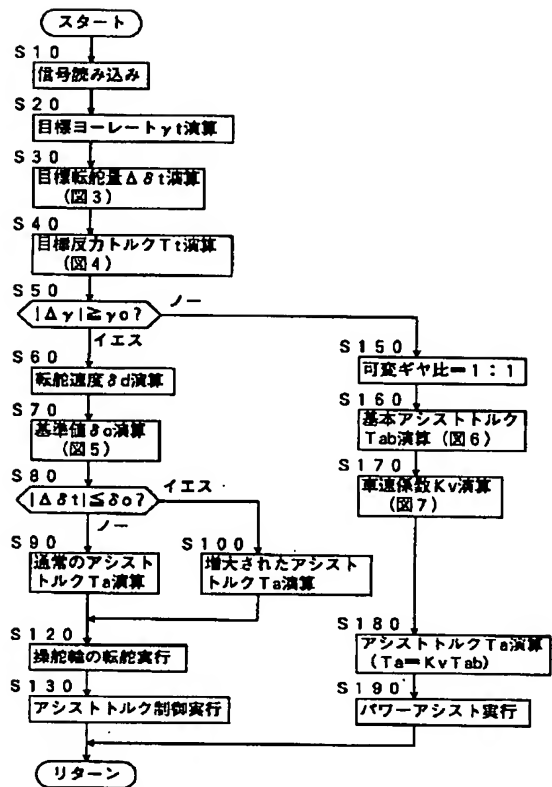
46…ピニオンシャフト

48…操舵角センサ

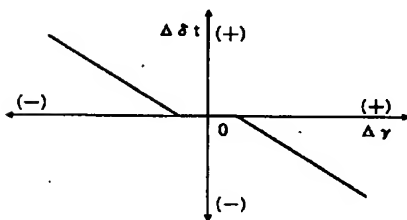
【図1】



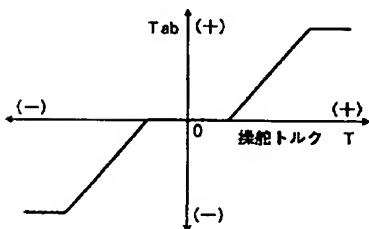
【図2】



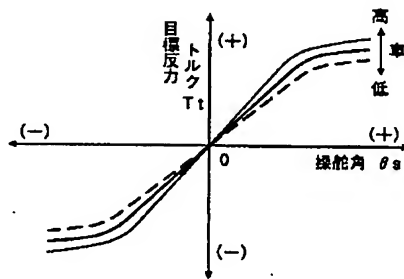
【図3】



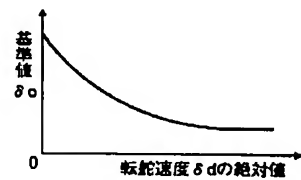
【図6】



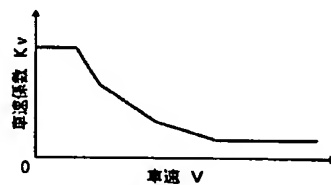
【図4】



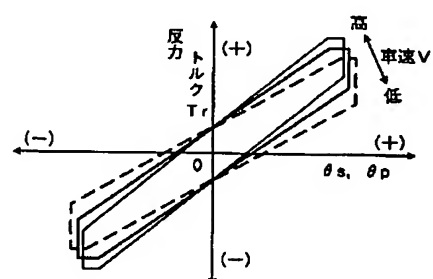
【図5】



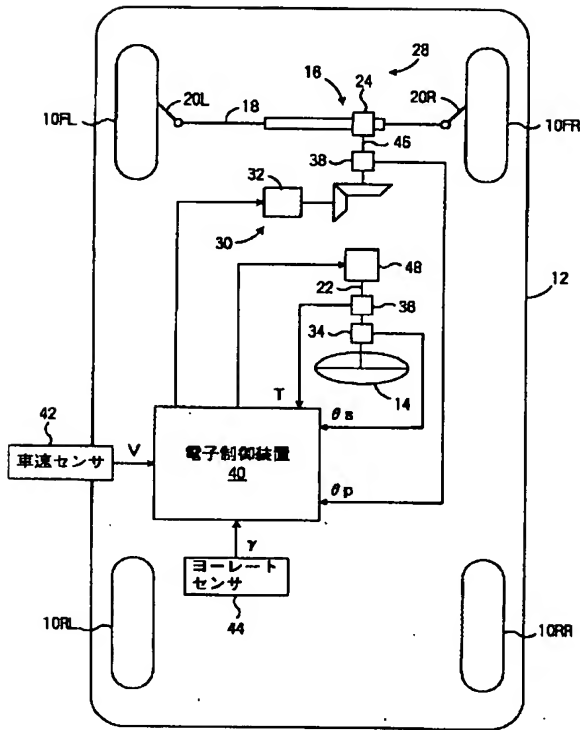
【図7】



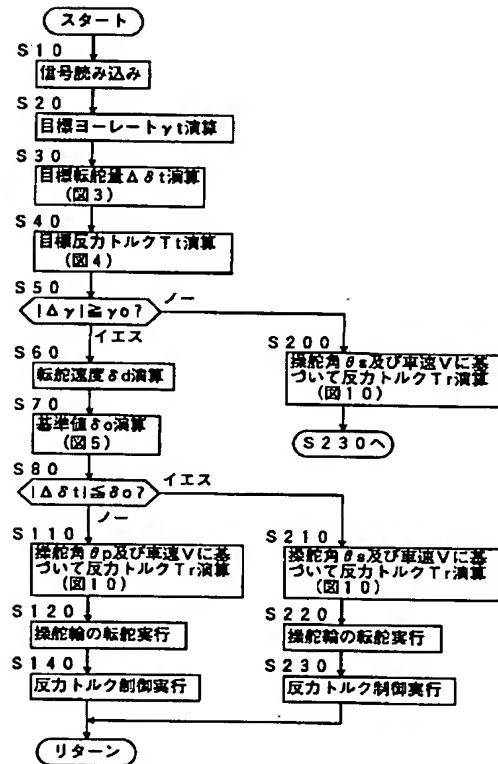
【図10】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
B 6 2 D 137:00

識別記号

F I

B 6 2 D 137:00

テーマコード(参考)

(72)発明者 岩崎 克彦
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(72)発明者 岩見 陽三
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

Fターム(参考) 3D032 CC08 CC20 DA03 DA15 DA16
DA23 DA33 DA84 EB12 EC21
EC31
5H180 AA01 CC03 CC14 LL01 LL08
LL09